



Febrero 2015

LA DOMÓTICA Y SU CONTRIBUCIÓN EN EL USO RACIONAL DE RECURSOS ENERGÉTICOS DISEÑO DE SOLUCIÓN CON TECNOLOGÍAS LIBRES Y DE BAJO COSTO (CASO UNIVERSIDAD ECOTEC)

Ing. Fabricio Urdiales Ponce.¹

Ing. Alleiny Machado. Msc.²

¹Catedrático a tiempo completo de la Universidad Tecnológica ECOTEC, Guayaquil, Ecuador

² Catedrático a tiempo completo de la Universidad Tecnológica ECOTEC,

¹furdiales@ecotec.edu.ec

²amachado@ecotec.edu.ec

Resumen

En el presente artículo presentamos un modelo actual de sistema domótico, las tendencias de conectividad y control así como las principales tecnologías del mercado demostrando que el empleo de software libre y hardware de bajo costo permiten obtener soluciones más baratas, al alcance de una gran mayoría y que contribuyen, además de un mayor confort, al uso racional de energías.

Presentamos además una propuesta de domotización de la Universidad Tecnológica de Ecotec basada en las tendencias que rigen esta rama en la actualidad y desarrollando en gran medida todos los equipos, componentes y software implicados en el sistema propuesto.

Palabras claves: Domótica, Control automático, Microcontroladores, Sensores, Actuadores, Software libre, Hardware libre, Gateway, Acceso remoto, Dispositivos móviles.

Abstract

In this paper we present a current model of the home automation systems, trends in connectivity and control, and the main technologies on the market showing that the use of free software and low cost hardware solutions allow more cheap, available to a large majority that, in addition to greater comfort, contribute to the rational use of energy.

We also present a proposal to domotice the University of Technology Ecotec based on trends that govern this branch currently and developing largely all equipment, components and software involved in the proposed system.

Key words: Automation, Automatic Control, Microcontrollers, Sensors, Actuators, Free Software, Free Hardware, Gateway, Remote Access, Mobile Devices.

I.- Introducción:

En la actualidad van tomando cada vez mayor fuerza los temas relacionados con el ahorro de energético y el uso racional y eficiente de recursos por el impacto que tienen sobre el medio ambiente y la vida del planeta. En este sentido la ciencia y la tecnología cada vez más enfocan sus esfuerzos en obtener formas, métodos y soluciones tecnológicas que tributen a un uso mejor de los recursos naturales y energías no renovables. Por otro lado los sectores residencial, turístico e industrial son altamente consumidores de recursos y las soluciones tecnológicas para potenciar el ahorro son aun costosas y no están al alcance de la gran mayoría.

II.- Antecedentes, Concepto y Etimología.

Como acabamos de introducir, el mundo y en los últimos tiempos, está atravesando una de las peores crisis energéticas. Sumándose a esto la contaminación ambiental es una de las causantes del efecto invernadero, lo que genera la inconformidad de la sociedad y el deterioro en muchos sentidos de la vida en el planeta, es por eso que muchos países y organismos están tomando la iniciativa de promulgar la utilización de energías convencionales de manera eficiente, la tendencia está entonces en ahorrar energía, y con esto detener el calentamiento global y el cambio climático, según expertos por cada kilowatt-hora de electricidad que se ahorre, se salva de emitir a la atmósfera un kilogramo de CO₂.

Ante esto el know-how existente está cambiando, es por eso que la tecnología de red está mutando en la actualidad la forma que los individuos, empresas y organizaciones tratan la información y sistematizan sus actividades, la humanidad se encuentra en los albores de la observación y control del mundo físico.

La disponibilidad de hardware libre como microcontroladores, sensores, transceptores de baja potencia entre otras permite el desarrollo de redes sensores/actuadores con una alta densidad de distribución, y para una gama amplia de funcionalidades, que van desde el control de manera remota de las luminarias de una vivienda hasta la gestión y control de variables medioambientales.

Las redes con sensores para la gestión y control de diferentes ambientes, utilizando cable no son nuevas y sus oficios han sido convencionalmente medir niveles de temperatura, humedad, la diferencia radica que la elaboración de microchips, con nuevos estándares de telecomunicación inalámbrica, y desarrollo de software, están logrando desplazar los cables, incrementando notablemente su potencial, ya que éstas puede usar múltiples tecnologías tales como bluetooth, RFID, UWB, Home RF, IrDA entre otras.

“La lista de aplicaciones en la que esta nueva tendencia encuentra utilidad puede ser colosal y abierta a la creatividad de los innovadores”(Beltran, 2007), los usos comunes están vinculados con tareas de supervisión, seguimiento y control, entre las cuales se destaca la **domótica**.

La palabra domótica está formada por el prefijo “**domus**” que significa casa, y el sufijo “**tico**” que significa automático, se concluye que domótica se relaciona a la automatización dentro de la casa, aunque al principio la domótica sólo tenía como propósito ofrecer una mejor calidad de vida en la residencia o lugar de trabajo de las personas, la perspectiva ahora va más allá, este busca disponer de los recursos energético mediante de mecanismos regulables teniendo en cuenta el ahorro de energía.

Historia.

Los inicios de la domótica comienza con el “**protocolo X10 fue creado por la empresa escocesa Pico Electronics, durante los años 1975 – 1978, fruto de un proyecto de control de equipos de audio realizado para BSR (Birmingham Sound Reproducers) en USA, siendo en el año 1978, cuando se introduce en el mercado americano, por la empresa Radio Shack**”, (Marulanda Meza, Franco, & Fernando, 2010), esta técnica se la llamó “**Corrientes Portadoras**”, la misma que utiliza la corriente eléctrica para “**transportar los datos**”.

En el año 84 se presentó el proyecto Smart House, producido por la asociación Nacional de constructores de casas, que sugería el uso de un cable único por medio del cual se pretendía controlar los diversos sistemas existentes en una vivienda, paralelamente ese año en el continente europeo, se iniciaron las primeras

Igualmente en ese año, en Europa, se empezaron a hacer las primeras investigaciones relacionadas a la domótica, por medio de programas donde se integraron empresas que trabajaron en la normalización IHS (Integrated Home System), luego de esto se desarrollaron normas de implementación a nivel físico de los dispositivos de transmisión de datos y establecer sus velocidades de transmisión.

III.- Finalidad y Características.

Los medios domóticos son procesos inteligentes para viviendas que tienen como finalidad gestionar diversas áreas: comunicación, información, seguridad, iluminación, climatización, electrodomésticos, generando comodidad, seguridad y en especial ahorro de energía se refiere.

La domótica ha logrado unir la automatización y las comunicaciones, generándose con esto un protagonismo de la domótica en los últimos años en lo relacionado al desarrollo tecnológico.

Con la evolución de la tecnología, en especial la electrónica, las telecomunicaciones, la informática, sistemas de arquitectura de redes, han permitido una interacción de los mismos, dando lugar al nacimiento de la domótica. Las necesidades de los edificios, casas, recintos de usuarios, han presionado a desarrollar sistemas capaces de satisfacer las necesidades de los mismos.

Lapine, et al. (2001, Página 1) definen a la domótica como **“la disciplina que estudia el desarrollo de infraestructuras inteligentes en casa y edificios, así como también las tecnologías de información para soportarlas”**.

Por su parte Bravo, Ortega & Verdugo (2000, Página 2) definen el término domótica como **“un conjunto de elementos que, cuando son instalados, interconectados y controlados automáticamente en un edificio, salva a los usuarios de preocuparse acerca de las acciones de la rutina diaria, proveyendo mejoras en su confort, consumo de energía, seguridad y en comunicaciones también”**.

Se puede concluir que la domótica en la integración de la tecnología en el diseño inteligente dentro de un recinto. Aún hay polémicas en cuanto al término domótica ya que el campo de aplicación de esta disciplina en grande, por lo que se han creado términos para distinguir el alcance de la misma.

- Domótica, para el sector doméstico (casas)
- Inmótica, para el sector de la automatización de edificios como hoteles, hospitales, oficinas, universidades)
- Urbótica, para las ciudades, para el control de la iluminación pública, gestión de semáforos, telecomunicaciones, medios de pago.

IV.- Tecnología en la Domótica

Está estructurado de dispositivos que detectan cambios de estado en variables del entorno, como consecuencia estos transmiten a otros elementos para que puedan actuar, en función de las consignas establecidas por el sistema. Para esto serán necesarios dispositivos interconectados por un tipo de medio de transmisión, los mismos que serán organizados según la arquitectura utilizada para la comunicación entre ellos.

Componentes

Los elementos que se muestran en la figura, componen un sistema domótico, los cuales se clasifican en los siguientes tipos:

- Sensores.
- Unidad de Control.
- Actuadores.
- Interfaces.

Medios de transmisión.

La transmisión es el canal utilizado por los elementos del sistema domótico con el propósito de intercambiar información. A continuación se presentan los medios más utilizados.

Medios cableados

Con los conductores que proporcionan la transmisión de señales eléctricas como por ejemplo: cables metálicos, cable coaxial, fibra óptica

Medios inalámbricos

Para la transmisión de señales eléctricas sin cables existen dos alternativas: infrarrojos y radiofrecuencia.

Arquitecturas

En un sistema domótico, la arquitectura se refiere al modo en que se van a conectar los componentes de la instalación: sensores, actuadores, unidades de control, interfaces y otros sistemas, también hace referencia a los tipos de cableados e incluso el tipo de red. Existen dos tipos de arquitectura: sistemas centralizados y distribuidos.

Redes de la domótica

Un sistema domótico puede integrar varias redes físicas, las mismas que pueden ser alámbricas o inalámbricas, y pertenecer a unos de los siguientes tipos:

- Red de datos
- Red de Control
- Red multimedia
- Redes convergentes

El proyecto se enfocará en redes de datos, de control y convergentes, ya que la unión de las mismas permitirá el intercambio de información entre usuarios, generar el control de dispositivos o manejo de contenido multimedia.

Red de Datos.

Con los cambios tecnológicos, las personas se comunican por medio de las computadoras y dispositivos móviles, exigiendo con esto el diseño de herramientas o aplicaciones que les permitan intercambiar y transferir información en cualquier momento y en cualquier lugar.

Existen muchas tecnologías cada una de ellas diseñada para un tipo determinado de red o de aplicación, se mencionan las principales:

- LAN: Ethernet.
- WLAN: Wi-Fi

Red de Control

Esta red tiene como propósito la automatización y control dentro de un recinto (casa, edificio, recinto educativo) de los dispositivos domóticos y es independiente de la red de datos y la red multimedia, queda limitada al control de sensores, actuadores, equipos electrónicos que permiten la automatización.

Los dispositivos en toda la instalación deben comunicarse en un mismo lenguaje de comandos (protocolo). Se mencionan los protocolos más importantes:

- KNX
- X10
- Lonworks

Red Multimedia

Es aquella donde se conectan todos los equipos del hogar.

Redes Convergentes

Llamadas redes multiservicio hacen referencia a la integración de los servicios de voz, datos y video, cuya red es única y basada en la tecnología IP, como protocolo de comunicaciones.

Dentro de la domótica este tipo de red en un futuro va tener un mayor nivel de impacto ya que por una red única en la que tanto la voz, los datos, el control converjan, y permitan, facilitar la gestión de servicios.

Servicios a gestionar de la domótica

La domótica ofrece la posibilidad de administrar un sistema inteligente mediante la modificación local o remota de los parámetros de la instalación, para esto existe un software y hardware con cierto grado de inteligencia para la consecución de cinco objetivos básicos:

- Gestión Energética y Recursos Naturales
- Seguridad
- Comunicaciones: comunicación interna del sistema, telecontrol, telemetría, SMS.
- Confort
- Entretenimiento

Áreas de aplicación de la Domótica

La aparición de sistemas automáticos e inteligentes ya tienen varios años de aplicación, la industria lo ha venido utilizando desde ya hace mucho tiempo atrás, pero el nivel de penetración e impacto en todos los ámbitos de la sociedad ha venido cambiando paulatinamente, es posible encontrar ahora en el mercado una cantidad de tecnologías que permiten de manera rápida y fácil la automatización de los hogares, aprovechando las bondades de los mismos a beneficio de los usuarios.

Tipos de estándares o protocolos

A continuación se presenta una breve reseña de los estándares de domótica que fueron apareciendo con el correr del tiempo.

Estándares propietarios o cerrados.

Protocolos propios de una marca específica, y usados solo por el fabricante, de manera que solo el fabricante puede hacer cambios o mejoras en los dispositivos, así se protege el derecho de propiedad intelectual, pero a su vez esto genera restricciones de mejoras de los sistemas domóticos en comparación con los sistemas de protocolo estándar que se desarrollan continuamente.

Estándares abiertos.

Varias compañías definen estos protocolos, con el propósito de unir criterios, son sistemas abiertos, no existe patentes para estos protocolos, permitiendo que cualquier fabricante pueda crear aplicaciones y dispositivos que carguen el protocolo de comunicación de manera incluida.

Los protocolos estándar más utilizados son: KNX, Lonworks y X10

Los protocolos estándar para aplicaciones domóticas más extendidos en la actualidad son: KNX, Lonworks y X10. Desde los inicios de la domótica hubo una carrera constante por parte de los fabricantes y agrupaciones de empresas del sector por establecer estándares de fabricación, en la actualidad solo dos lograron permanecer en el tiempo e imponerse a nivel mundial, los cuales son, el KNX de Konnex Association y el LonWorks de LonMark Association.

V.- Tendencias mundiales.

La Figura 1 muestra el modelo de sistema domótico manejado con mayor fuerza en la actualidad. Como se puede apreciar los elementos de campo como sensores y elementos de actuación y control están conectados a una red interna que puede ser de cualquier topología conocida y acceder al medio a través de cableado o inalámbricamente. A la red domótica se accede a través del dispositivo Gateway o pasarela quien cumple la función de interfaz entre la red domótica y la red de datos o incluso internet. Esta arquitectura permite por tanto acceder y controlar los dispositivos conectados en la red domótica desde el internet e incluso dispositivos móviles como tablets o smartphones brindando gran capacidad de monitoreo y control.

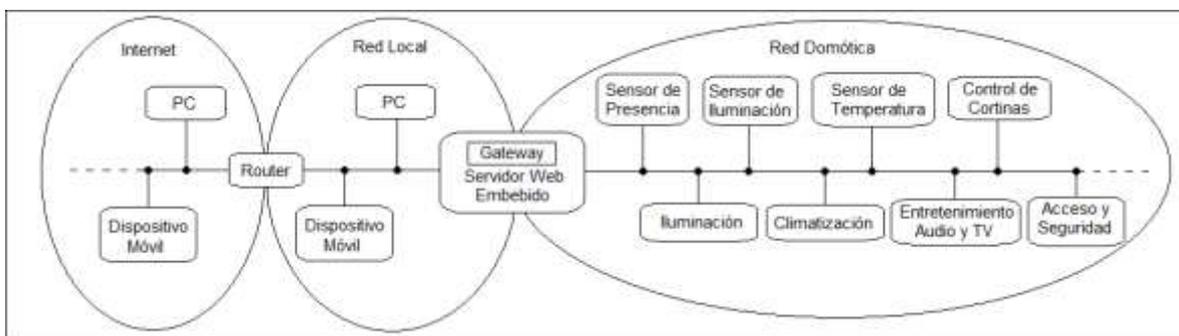


Figura 1. Modelo Actual de sistema Domótico.

Un sistema domótico, desde el punto de vista de la teoría del control puede catalogarse como varios sistemas de control distribuidos pero monitorizados y comandados desde un dispositivo central, que en este caso dichas funciones estarían localizadas en el Gateway. En este sentido todo sistema de control debe contar con tres elementos fundamentales: Sensores, Actuadores y Controladores. La figura 2 muestra un sistema de control de lazo cerrado clásico y en el caso de los sistemas domóticos, como los mostrados en la figura 1, los elementos encerrados en líneas de puntos (controlador y detector de error) estarían localizados en el Gateway.

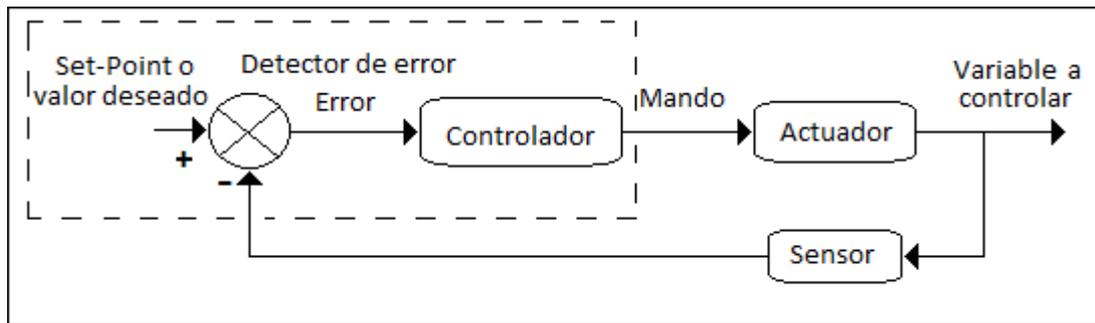


Figura 2. Esquema básico de control de lazo cerrado.

Por otro lado los sensores son dispositivos capaces de detectar magnitudes físicas o químicas y transformarlas en variables eléctricas proporcionales para que puedan ser utilizadas, por ejemplo, como retroalimentación en sistemas de control como los descritos anteriormente. Por otro lado los llamados transductores responden a esta misma definición solo que estos últimos retiran algo de energía de la magnitud medida lo que debe ser tomado en cuenta. En principio tanto sensores como transductores pueden ser empleados para el mismo propósito.

Para que la salida de un sensor o transductor le sea útil al controlador esta generalmente debe ser acondicionada, y muchas veces convertida a señales digitales para ser transmitida al controlador o procesada por este último.

En el caso de los sistemas domóticos donde el sensor está conectado a una red de comunicación, que en el contexto industrial se denomina "bus de campo", muchas veces el sensor debe pertenecer al grupo "Inteligente" por la necesidad de integrar en el mismo dispositivo el sensor o transductor, el acondicionamiento y un microcontrolador para procesamiento y transmisión de la variable medida. La Figura 3 muestra un esquema general de sensor inteligente empleado en sistemas domóticos e industriales.

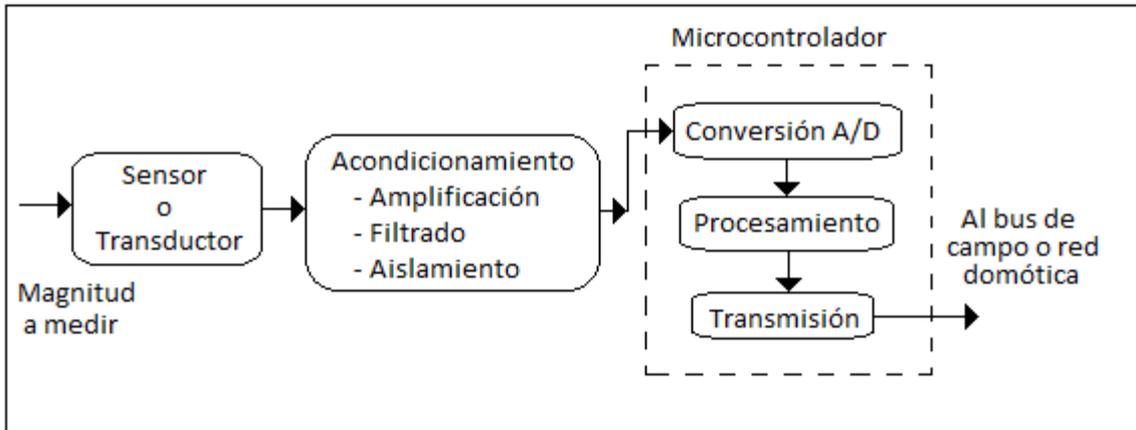


Figura 3. Esquema general de sensor inteligente.

Siguiendo este análisis, en los sistemas de control son los actuadores los dispositivos encargados de modificar o cambiar el valor de la magnitud objeto de control para que esta tienda al valor deseado. De esta forma el actuador recibe la señal de mando sintetizada por el controlador y la convierte a una magnitud física proporcional que modifica la variable de salida del sistema. Actuadores muy comunes y de amplia utilización son por ejemplo motores eléctricos de todo tipo y tamaño, cilindros neumáticos e hidráulicos, resistores de potencia para calefacción, dispositivos de iluminación etc. En este sentido podemos ver que en principio un actuador debe recibir una señal de mando que en muchos casos es de magnitud, forma y potencia diferente que la salida del controlador y por tanto, por decirlo de alguna manera, también debe ser acondicionada. Por este motivo aquí también puede emplearse el término de “Inteligente” porque en el proceso de convertir la señal de mando entregada por el controlador a la magnitud, forma y potencia requerida por el actuador intervienen, en muchos casos, los microcontroladores. La figura 4 muestra el esquema general de actuador inteligente ampliamente difundido.

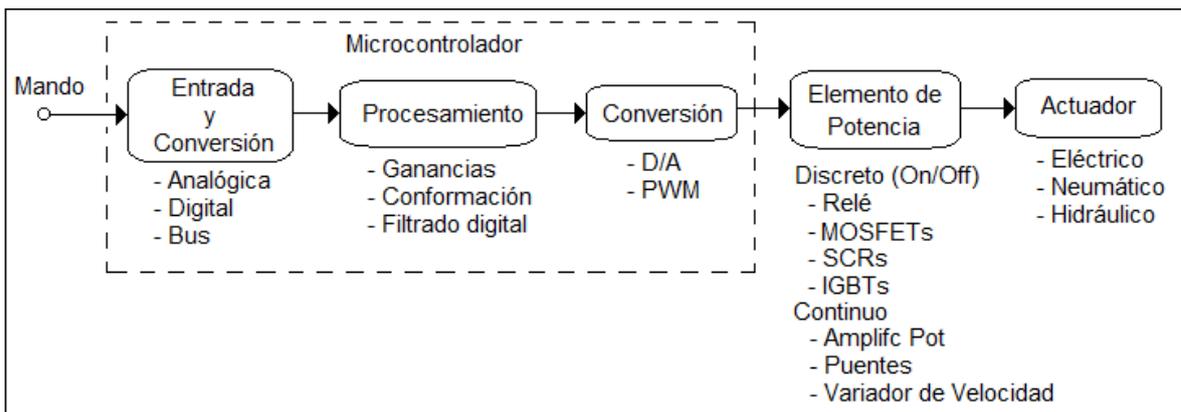


Figura 4. Esquema general de actuador inteligente.

VI.- Las nuevas exigencias de la sociedad del futuro en el ámbito de ahorro energético

La sociedad del futuro va hacia una gestión inteligente, eficiente en lo relacionado al uso de la energía, y es por eso la pertinencia de utilizar sistemas domóticos, permitiendo el uso responsable de los recursos (electricidad, agua y combustibles), ya que el uso de los mismos dentro del hogar, conseguirá administrar sagazmente la iluminación, climatización, riego, electrodomésticos, usando mejor los patrimonios naturales, permitiendo reducir la factura energética en un ambiente de confort y seguridad.

También, estos sistemas permiten la monitorización del consumo, por parte de los beneficiarios, generando la información necesaria para cambiar los hábitos e incrementar el ahorro y la eficiencia. Desde este punto de vista, el ahorro y la eficiencia energética aparte de mejorar el medio ambiente, también ayudará a incrementar la competitividad del sector industrial, aumentando el PIB de cualquier país.

VII.- ¿Cómo contribuyen estas tecnologías al consumo eficiente de la Energía en el Ecuador.?

Consumo energético doméstico en el Ecuador.

El gasto de energía en el sector residencial en el Ecuador tiene una predisposición de crecimiento, **“El consumo de electricidad dentro del sector residencial se encuentra repartido en iluminación, 49%, equipos (éstos incluyen los electrodomésticos principales), 46% y otros (son otros dispositivos que pueden estar presentes en un hogar distintos de los analizados anteriormente, como pueden ser un secador de pelo, una computadora o pequeños electrodomésticos de cocina)”**¹

El coste del consumo energético de los hogares ecuatorianos.

Los precios de los recursos energéticos como la electricidad, tiene una tendencia alcista como consecuencia del perfil percedero de las energías no renovables y el imparable crecimiento de la intensidad energética, en los últimos años la electricidad ha aumentado en un 15 %.

En Quito, por ejemplo, un hogar consume 143,41 kWh por mes, con un promedio de gasto de 18,92 dólares. En Guayaquil el consumo es de 182,41 kWh, con un promedio de gasto de \$25,64; en Cuenca se consume 151,10 kWh por mes, con un gasto de \$25,64; mientras en Ambato se consume 118,50 kWh, con un costo de 16,92 dólares.

¹ <http://www.energia.gob.ec/2013/08/page/3/>

Guayaquil es la ciudad que en promedio consume más energía eléctrica por hogar al mes. Ante el aumento del consumo de energía y la limitación de los recursos, urge entonces utilizar sistemas domóticos generando:

En lo Económico: Un control adecuado del consumo energético, generando un ahorro significativo por parte del usuario

En lo Ecológico, Se puede reducir el impacto negativo sobre el ambiente al disminuir el consumo de los recursos energéticos.

VIII.- Caso: Ecotec

El nuevo campos de la Universidad Tecnológica de Ecotec, enclavado en la zona norte de la ciudad de Guayaquil es de una arquitectura moderna y de reciente construcción que tiene entre sus objetivos principales contribuir al cuidado del medioambiente prestando especial atención al ahorro energético y uso racional de recursos.

En este sentido y siguiendo todo lo expuesto anteriormente, en cuanto a tecnologías libres y tendencias de los sistemas domóticos, presentamos una propuesta de domotización de los diferentes locales de los tres bloques de dicha universidad en la cual pretendemos desarrollar en gran parte los equipos, componentes y software del sistema persiguiendo disminuir en gran medida los costos de la tecnología que implican estos sistemas así como obtener productos propios que contribuyan al desarrollo e independencia tecnológica del país. La figura 5 muestra un esquema general de la propuesta para cada local.

Para lograr el objetivo, siguiendo con la arquitectura de sistema domótico mostrado en la figura 1 debemos contar básicamente con módulos de encendido y apagado remoto, para luces, proyectores y climatización. Además es necesario un sensor de presencia en sala así como el dispositivo gateway encargado de enlazar inalámbricamente sensores y elementos de actuación. En principio solo un Gateway es necesario para todo el bloque. Las figuras 6, 7 y 8 muestran los esquemas generales del diseño de los dispositivos propuestos.

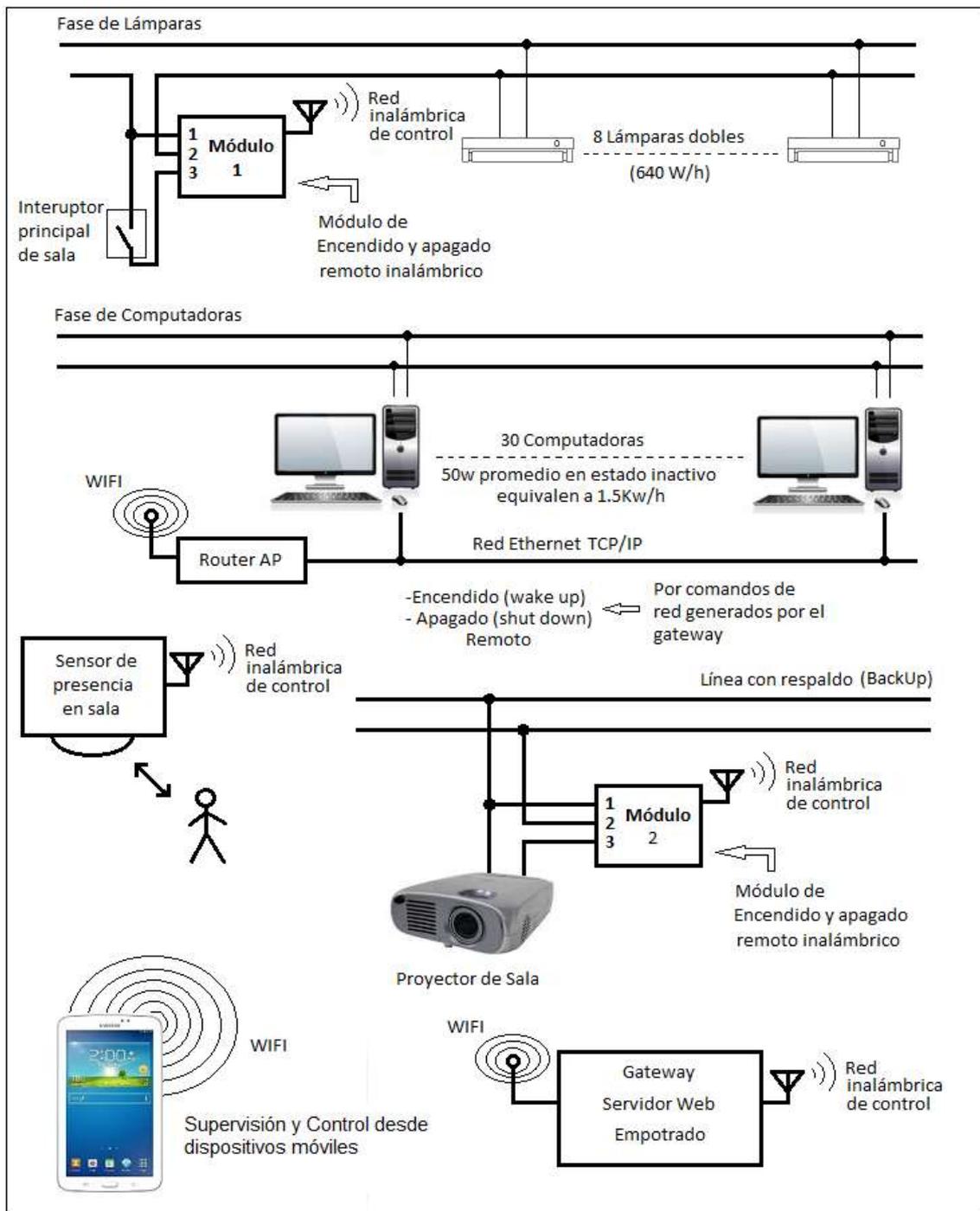


Figura 5. Esquema general de la propuesta para cada local.

Módulo de encendido y apagado remoto inalámbrico.

La arquitectura básica de este módulo se muestra en la figura 6 la cual consta básicamente de un transmisor/receptor (transceptor) de radiofrecuencia de baja potencia, un microcontrolador PIC, un relé y una fuente de alimentación capacitiva, todo de bajo costo y fácil acceso.

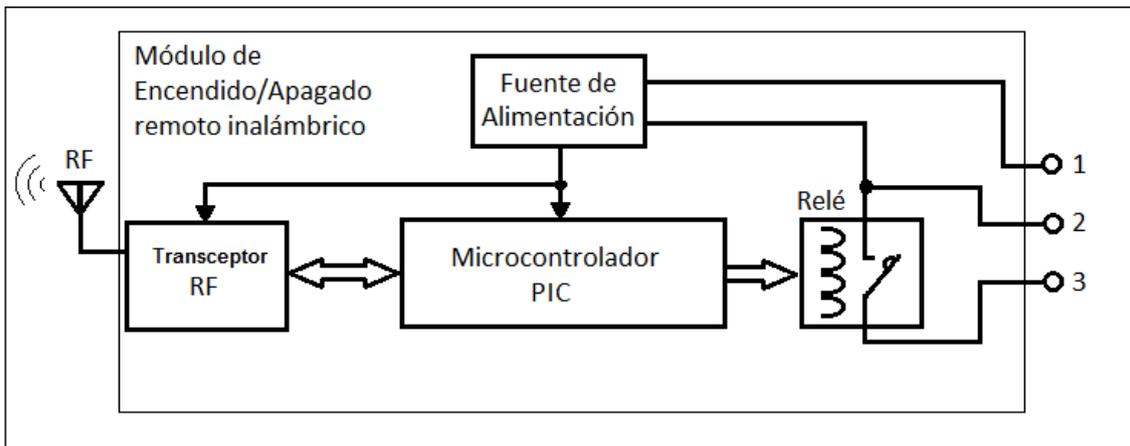


Figura 6. Módulo de encendido y apagado remoto.

Sensor de presencia inalámbrico.

Este sensor debe ser capaz de detectar la presencia o no de personas en el local y comunicar de manera inalámbrica al dispositivo Gateway para que este tome la decisión de apagar o encender luces, climatización y proyector. Su arquitectura básica se muestra en la figura 7 y consta de un sensor que puede ser de visión CCD, pasivo infrarrojo PIR o ultrasónico, además un microcontrolador PIC (+ RAM si el sensor es de visión), un transceptor de radiofrecuencia de baja potencia y una fuente de alimentación, todo también de bajo costo.

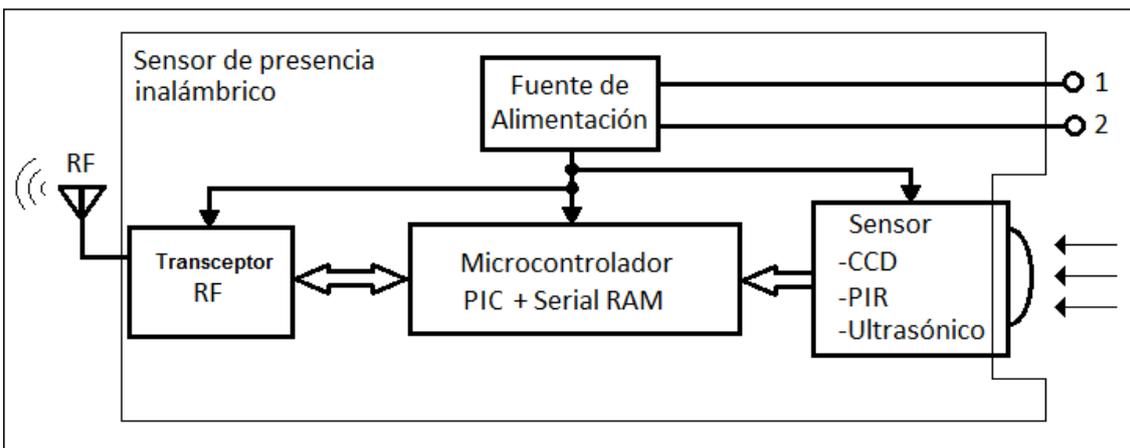


Figura 7. Sensor de presencia inalámbrico.

Gateway Empotrado inalámbrico.

Este es el elemento más importante porque tiene las siguientes funciones:

1. Árbitro de la red de sensores y actuadores inalámbricos.
2. Interfaz entre red de sensores y actuadores inalámbricos y la red Ethernet.
3. Servidor Web empotrado.

La figura 8 muestra su arquitectura básica.

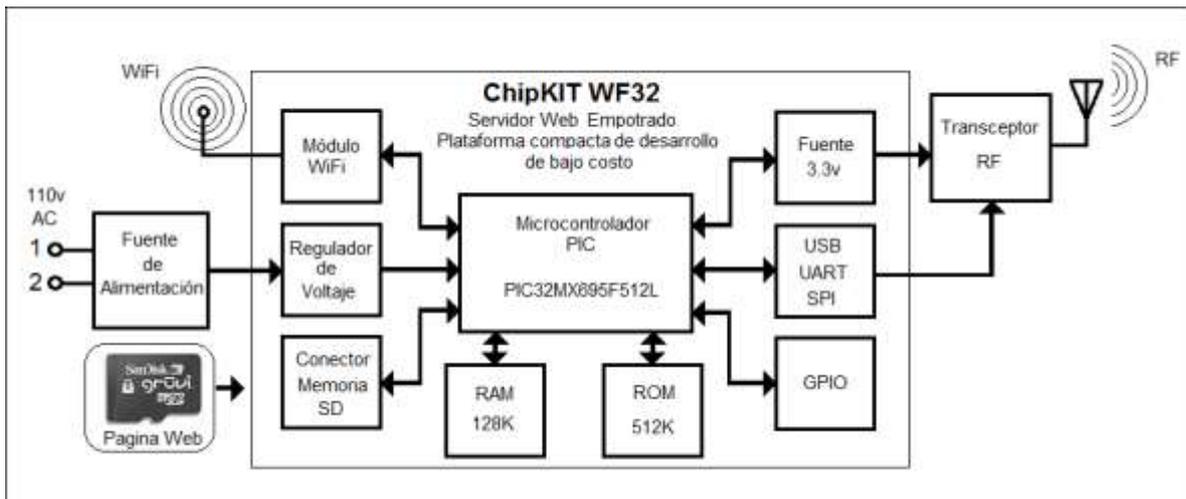


Figura 8. Arquitectura propuesta para Gateway embebido.

El componente fundamental del Gateway inalámbrico es la plataforma compacta de desarrollo ChipKIT WF32. Esta tarjeta cuenta en un área de tan solo 10 cm de largo por 7.5 cm de ancho y al mejor costo en el mercado, con un potente microcontrolador de 32 bits a 80 MHz con 512 KB de memoria ROM y 128 KB de memoria RAM. Además cuenta con conector para memoria SD, conectores USB 2.0 y micro USB, un módulo WiFi, regulador de voltaje, fuente conmutada de alta eficiencia de 3.3v y un total de 43 pines de Entrada/Salida disponibles para propósito general.

Esta plataforma cuenta además con toda la documentación y códigos de ejemplo libres y es totalmente compatible con los avanzados ambientes de desarrollo integrado de Microchip MPLAB IDE y todo el soporte de software que esta brinda gratuitamente.

Además de la plataforma ChipKIT WF32, el Gateway cuenta con una fuente de alimentación y el respectivo transceptor RF para enlace con la red de sensores y actuadores inalámbricos.

IX.- Conclusiones:

Es una realidad inexorable que en nuestro planeta se agotan los recursos energéticos no renovables y una forma de mitigar este hecho es haciendo un uso racional y eficiente de los mismos. La tecnología moderna, con sus tendencias y posibilidades de uso libre y gratuito en muchas áreas, nos estan dando herramientas versátiles y poderosas para contribuir con el ahorro energético y al mismo tiempo crear mayor confort y bienestar.

Conocer, entender y aplicar estas tendencias, tecnologías y herramientas nos llevará sin dudas a un desarrollo vertiginoso, con independencia tecnológica y a su vez en armonía con la naturaleza y el uso racional de sus recursos.

Bibliografía Consultada.

- Beltran, Carlos Franco. (2007). Wireless Sensor Networks. *Bit*(165), 61-64.
 Marulanda Meza, Juan Sebastián, Franco, Campo, & Fernando, Juan. (2010).
 Desarrollo de un prototipo de simulador de un sistema domótico para hogares,
 basado en redes de protocolo X10.